

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 10 月 16 日 (16.10.2003)

PCT

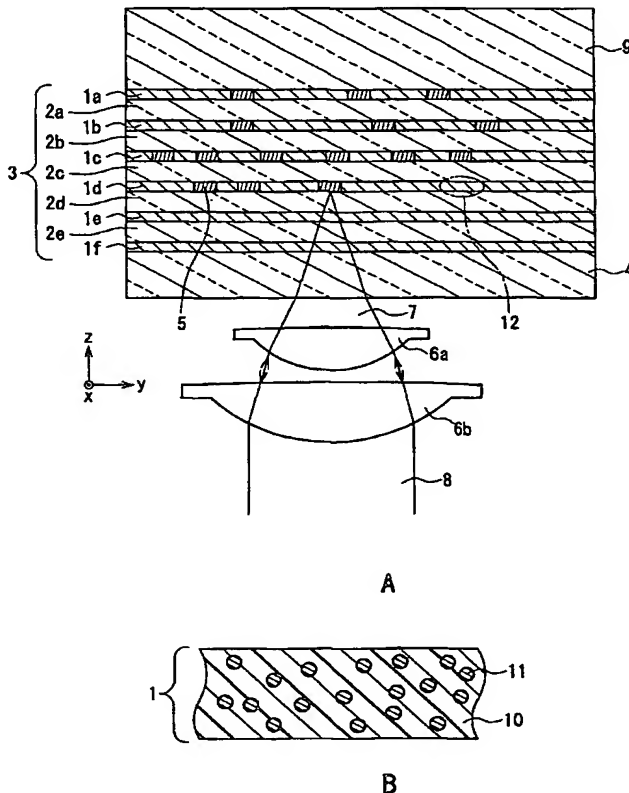
(10) 国際公開番号
WO 03/085657 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G11B 7/24, 7/26, 7/004, 7/0045, 7/005
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04378
(22) 国際出願日: 2003 年 4 月 7 日 (07.04.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-104829 2002 年 4 月 8 日 (08.04.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市
大字門真 1006 番地 Osaka (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 塩野 照弘 (SH-
IONO, Teruhiro) [JP/JP]; 〒547-0012 大阪府 大阪市 平
野区 長吉六反 4 丁目 2-50 Osaka (JP). 山本 博昭 (YA-
MAMOTO, Hiroaki) [JP/JP]; 〒666-0257 兵庫県 川辺
郡 猪名川町 白金 1 丁目 98-8 Hyogo (JP). 西野 清治
(NISHINO, Seiji) [JP/JP]; 〒545-0035 大阪府 大阪市 阿
倍野区 北畠 2 丁目 11 番 15 号 Osaka (JP). 三露 常男 (MIT-
SUYU, Tsuneo) [JP/JP]; 〒573-1148 大阪府 枚方市 西牧
野 4-1-1-312 Osaka (JP).
(74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
(IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTOR-
NEYS); 〒530-6026 大阪府 大阪市 北区 天満橋 1 丁目 8
番 30 号 OAP タワー 26 階 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION RECORDING MEDIUM AND ITS PRODUCTION METHOD, AND OPTICAL INFORMATION RECORDING/REPRODUCING APPARATUS

(54) 発明の名称: 情報記録媒体およびその製造方法、並びに光学情報記録再生装置



(57) Abstract: An information recording medium has a recording portion where three-dimensional information can be recorded. The recording portion includes at least one particle-containing layer (recording layer or a recording auxiliary layer) containing particles absorbing at least a part of light having a predetermined wavelength and substantially transparent to a recording light and a reproducing light having a wavelength longer than the predetermined wavelength and a particle holding material substantially transparent to the recording and reproducing lights. The mean particle size of the particles is preferably shorter than the wavelengths of the recording and reproducing lights.

(57) 要約: 本発明の情報記録媒体は、3 次元的な情報の記録が可能な記録部を含んでおり、前記記録部は、所定の波長を有する光の少なくとも一部を吸収し、前記所定の波長よりも長い波長を有する記録光および再生光に対して実質的に透明である微粒子と、前記記録光および前記再生光に対して実質的に透明である微粒子保持材と、を含む微粒子含有層 (記録層または記録補助層) を少なくとも一層含んでいる。微粒子の平均粒径は、記録光および再生光の波長よりも短いことが好ましい。



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

情報記録媒体およびその製造方法、並びに光学情報記録再生装置

技術分野

本発明は、3次元的な情報の記録が可能な情報記録媒体およびその製造方法、並びに光学的情報記録再生装置に関し、特に、高感度・高速記録が可能な情報記録媒体およびその製造方法、並びに光学的情報記録再生装置に関する。

背景技術

10 情報を3次元的に記録することが可能な情報記録媒体として、従来、図8に示す情報記録媒体があった（河田善正他：“多層膜構造を有する有機記録媒体を用いた3次元光メモリ”、Optics Japan 2000 講演予稿集 p.95-96、7pB12（2000年））。この情報記録媒体は、ガラス基板104上に、フォトンモード記録材料であるウレタン-ウレア共重合体材料を用いた記録層101a～101dと、PVA（ポリビニルアルコール）膜
15 およびPMMA（ポリメチルメタアクリレート）膜からなる中間層102a～102cとを、交互に積層したものである。

この情報記録媒体の記録層101a～101dのうち、所望の記録層に、対物レンズ106でレーザ光108を集光する（収束光107を照射する）ことにより、情報を記録することができる。ここで用いられる
20 レーザ光108は、パルス幅が約100フェムト秒でピークパワーが非常に高いパルスレーザ光である。このようなパルスレーザ光を記録層101a～101dに集光することにより、非線形吸収現象の1つである2光子吸収を利用して記録層101a～101dに情報を記録する。具

体的には、記録層 101a～101d における収束光 107 の照射領域のうち、収束光 107 のパワー密度の高い部分（集光点）で 2 光子吸収が起こり、実際に照射された光の波長の半分の波長を有する光が照射されたような現象が生じて情報ビット 105 を書き込む。また、情報ビット 105 に低パワーの光を集光し、その反射光を対物レンズ 106 を介して光検出器（図示せず）で検出することにより、信号再生を行うことができる。この情報記録媒体は、記録層が対物レンズの光軸方向（z 軸方向）に複数積層されているので、3 次元的な情報の記録が可能となり、記録容量が増大する。

10 しかし、上記従来の情報記録媒体は、記録層の記録感度が良くないという問題があった。このため、1 パルスで 1 つの情報ビットを形成する 1 回書きの方法の場合、光源として、ピークパワーの非常に大きい（約 100 kW 程度の）フェムト秒レーザを用いる必要があり、光源の構造が複雑になるという問題があった。また、ピークパワーがそれよりも小さい光源を用いる場合は、同じ場所を多数回（例えば数十～数千回）繰り返して記録する必要がある（記録層にフォトンモード記録材料を用いているため蓄積記録が可能）、書き込み速度が遅くなるという問題が生じていた。

20 発明の開示

本発明の情報記録媒体は、3 次元的な情報の記録が可能な記録部を含む情報記録媒体であって、前記記録部が、所定の波長を有する光の少なくとも一部を吸収し、前記所定の波長よりも長い波長を有する記録光および再生光に対して実質的に透明であり、且つ前記所定の波長の光に対して吸収率が前記記録光および前記再生光に対する吸収率よりも高い微粒子と、前記記録光および前記再生光に対して実質的に透明である微粒

子保持材と、を含む微粒子含有層を少なくとも一層含むことを特徴としている。

本発明の情報記録媒体の製造方法は、本発明の情報記録媒体を製造する方法であって、微粒子と微粒子保持材とを含む塗料を形成して、前記
5 塗料を塗布することにより微粒子含有層を形成する工程を含むことを特徴としている。

本発明の光学情報記録再生装置は、本発明の情報記録媒体に対して情報の記録および再生を行う光学情報記録再生装置であって、記録光を出射する光源と、再生光を出射する光源と、前記光源から出射された光を
10 前記情報記録媒体に集光する対物レンズと、前記情報記録媒体で反射した光を検出する光検出器と、を備え、前記情報記録媒体の記録部の光学定数の変化を利用して、前記記録部に情報ビットを3次元的に記録することを特徴としている。

15 図面の簡単な説明

図1Aは、本発明の実施の形態1における情報記録媒体の断面構成および情報を記録／再生する様子を示す説明図であり、図1Bは、図1Aに示す情報記録媒体の記録層の拡大図である。

図2A～図2Dは、本発明の実施の形態1における情報記録媒体の各
20 製造工程における断面図である。

図3は、本発明の実施の形態1の光学情報記録再生装置の光学ヘッドを示す概略構成図である。

図4は、本発明の実施の形態1における情報記録媒体の記録層の分光透過率曲線を示す図である。

25 図5Aは、本発明の実施の形態2における情報記録媒体の断面構成および情報を記録／再生する様子を示す説明図であり、図5Bは、図5A

に示す情報記録媒体の記録層および記録補助層の拡大図である。

図 6 A は、本発明の実施の形態 3 における情報記録媒体の断面構成および情報を記録／再生する様子を示す説明図であり、図 6 B は、図 6 A に示す情報記録媒体の記録層の拡大図である。

- 5 図 7 は、本発明の実施例の情報記録媒体における 1 ビット記録時のエネルギー閾値およびピークパワー閾値と記録レーザ光のパルス幅との関係を示す図である。

図 8 は、従来の情報記録媒体の断面構成および信号を記録／再生する様子を示す説明図である。

10

発明を実施するための最良の形態

- 本発明の情報記録媒体によれば、記録感度が向上するので、従来のように非常に高いピークパワーを有するレーザ光でなくても 1 パルスで 1 つの情報ビットを形成することができる。これにより、高感度で高速記録が可能な情報記録媒体を提供できる。なお、本明細書において、記録光および再生光に対して実質的に透明であるとは、記録光および再生光のうち散乱成分を除いてほとんどを吸収なしに透過させることをいう。具体的には、例えば微粒子含有層一層あたりについて透過率 95% 以上であることが好ましく、透過率 99% 以上であることがより好ましい。

- 20 本発明の情報記録媒体において、前記微粒子の平均粒径は、前記記録光の波長および前記再生光の波長よりも短いことが好ましく、前記記録光の波長および前記再生光の波長の $1/4$ よりも短いことがより好ましい。記録部に微粒子含有層が複数含まれる場合等に、回折損失や散乱損失を抑制して光損失を防ぐためである。なお、この場合、微粒子の一部が凝集してみかけの粒径が記録光および再生光の波長よりも長い粒子（凝集塊）が存在する場合も含まれる。また、微粒子が凝集している場合
- 25

でも、凝集した状態でみかけの粒径が記録光および再生光の波長よりも短いことがより好ましい。

本発明の情報記録媒体においては、前記微粒子含有層を記録層とし、前記微粒子保持材を所定の温度で光学定数に変化するように形成することができ、この場合、前記記録部に前記記録層が複数含まれており、前記複数の記録層を、前記記録光および前記再生光に対して実質的に透明な中間層を介して積層し、多層構造を実現することもできる。

また、本発明の情報記録媒体においては、前記記録部が記録層をさらに含み、前記微粒子含有層を前記記録層に接して配置される記録補助層とすることもできる。この場合、前記記録層および前記記録補助層からなる積層体を複数設け、互いに隣接する前記積層体間に、前記記録光および前記再生光に対して実質的に透明な中間層を設けて、多層構造を実現することもできる。

また、本発明の情報記録媒体においては、前記微粒子含有層が記録層で、前記微粒子保持材は所定の温度で光学定数に変化し、前記記録部全体を一つの前記記録層にて形成することもできる。

本発明の情報記録媒体において、前記記録部の光入射側に、前記記録光および前記再生光に対して実質的に透明な保護層が設けられていることが好ましい。記録部を傷やほこり等から防ぐためである。

また、前記保護層や前記中間層は、前記微粒子保持材と同じ材料からなることが好ましい。微粒子含有層との良好な境界面を形成でき、材料管理も容易となるからである。ここで、同じ材料とは同種類の物質という意味であり、例えば樹脂の場合に重合度の違いで分子量が異なる場合であっても同じ材料であるとする。

本発明の情報記録媒体においては、前記微粒子保持材の屈折率と前記微粒子の屈折率との差が0.5以下であることが好ましい。散乱損失を

抑制するためである。

本発明の情報記録媒体においては、前記微粒子は無機材料または半導体材料からなることが好ましい。微粒子を無機材料にて形成すれば、微粒子含有層を安定化できる。微粒子を半導体材料にて形成すれば、ある波長範囲において透過率を急に低下させることができるので、非線形吸収現象を用いた情報の記録に好適である。このような半導体材料としては、エネルギーギャップが2.5 eV以上8.3 eV以下であることが好ましく、例えば酸化亜鉛、酸化スズ、硫化亜鉛、酸化チタン、酸化タングステン、チタン酸ストロンチウム、炭化シリコン、酸化インジウム、および硫化カドミウムからなる群から選択される少なくとも一つを含むことが好ましい。再生光の波長を500 nm以下に設定できるので、再生分解能および記録密度を向上させることができるからである。

複数の微粒子含有層を記録層または記録補助層として用いる情報記録媒体においては、前記微粒子含有層は、前記微粒子を1 wt %以上95 wt %以下含むことが好ましい。この場合、微粒子の含有量を1 wt %以上とすることで記録感度を実用レベルまで向上させることができ、また、95 wt %以下とすることで散乱等の光損失を実用レベルに抑えることができるからである。

微粒子含有層を記録層とし、且つ記録部全体を一つの記録層とする情報記録媒体においては、前記微粒子含有層は、前記微粒子を0.3 wt %以上10 wt %以下含むことが好ましい。この場合、微粒子の含有量を0.3 wt %以上とすることで記録感度を実用レベルまで向上させることができ、また、10 wt %以下とすることで散乱等の光損失を実用レベルに抑えることができるからである。

また、本発明の情報記録媒体においては、前記微粒子保持材を樹脂にて形成することが好ましい。微粒子含有層の形成が容易となるからであ

る。

本発明の情報記録媒体の製造方法によれば、本発明の情報記録媒体を容易に、且つ低コストで作製することができる。

5 本発明の情報記録媒体の製造方法においては、記録光および再生光に対して実質的に透明な材料からなる塗料を塗布することにより中間層を形成する工程をさらに含み、前記微粒子含有層を形成する工程において、前記微粒子保持材として所定の温度で光学定数に変化する材料を用い、前記微粒子含有層を形成する工程と前記中間層を形成する工程とを所定の数だけ交互に繰り返すことが好ましい。これにより、微粒子含有層
10 を記録層とし、この記録層が複数積層された情報記録媒体を、容易に、且つ低コストで作製できる。

本発明の情報記録媒体の製造方法においては、記録光および再生光に対して実質的に透明な材料からなる塗料を塗布することにより中間層を形成する工程と、所定の温度で光学定数に変化する材料からなる塗料を
15 塗布することにより記録層を形成する工程と、をさらに含み、前記微粒子含有層を形成する工程、前記記録層を形成する工程、および前記中間層を形成する工程を、所定の順序で、且つ所定の数だけ周期的に繰り返すこともできる。この方法によれば、記録層と微粒子含有層からなる記録補助層とを複数備えた情報記録媒体を、容易に、且つ低コストで作製
20 できる。

本発明の光学情報記録再生装置によれば、本発明の情報記録媒体に対して高密度および高速で情報を記録できる。

本発明の光学情報記録再生装置においては、記録光を出射する光源がパルスレーザ光源であり、パルス幅が100フェムト秒から10ナノ秒
25 であることが好ましく、パルス幅が1ピコ秒から100ピコ秒であることがより好ましい。記録感度をさらに向上させることができるからであ

る。

本発明の光学情報記録再生装置においては、再生光を出射する光源の波長が、記録光を出射する光源の波長よりも短いことが好ましい。再生分解能および記録密度の向上のためである。

- 5 本発明の光学情報記録再生装置においては、非線形吸収現象を利用して前記情報記録媒体の記録部に情報ビットを記録することが好ましく、非線形吸収現象が2光子吸収または多光子吸収を含むことが好ましい。

- 10 本発明の光学情報記録再生装置においては、記録部に記録されている情報ビットを通過しない順序で、前記情報記録媒体の記録部に情報ビットを3次元的に記録することが好ましく、例えば前記情報記録媒体の記録部中の対物レンズからより離れた位置から近い位置に向かって、順に、情報ビットを記録することが好ましい。このような順序で情報ビットを記録することにより、情報ビットによる散乱光や不要回折光等の迷光を減らすことができるからである。

- 15 本発明の光学情報記録再生装置においては、前記記録光を出射する光源と前記再生光を出射する光源とを共通にすることも可能である。光源が一つとなり、構成が簡単になるからである。

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

(実施の形態1)

- 20 本発明の実施の形態1の情報記録媒体およびその製造方法、並びに光学情報記録再生装置について、図面を用いて説明する。図1Aおよび図1Bは、本実施の形態における情報記録媒体の断面構成および情報を記録／再生する様子を示している。図2A～図2Dは、本実施の形態における情報記録媒体の各製造工程における断面図を示している。図3は、
25 本実施の形態における光学情報記録再生装置の光学ヘッドの概略構成を示している。図4は、本実施の形態の情報記録媒体の一例における記録

層の分光透過率曲線を示している。

図 1 A に示すように、本実施の形態の情報記録媒体には、基板 9 上に記録部 3 および保護層 4 が形成されている。記録部 3 には、複数の記録層（微粒子含有層）が中間層を介して積層されている。すなわち、記録部 3 には、基板 9 側から、記録層 1 a、中間層 2 a、記録層 1 b、…、記録層 1 e、中間層 2 e、および記録層 1 f が順に積層されている。本実施の形態の情報記録媒体は、記録部 3 に複数の記録層を含むことで、平面的な情報の記録に加えて、厚さ方向に複数層重ねて情報の記録を行うことが可能な、3 次元的な記録を実現している。なお、以下、記録層 1 a ~ 1 f のうち任意の記録層について述べるときは記録層 1 とし、中間層 2 a ~ 2 e のうち任意の中間層について述べるときは中間層 2 とする。

図 1 A に示すように、本実施の形態の情報記録媒体においては、情報の記録および再生時に保護層 4 が光入射側となる。記録時には、レーザー光 8 を対物レンズ（組レンズ 6 a, 6 b）により記録層 1 a ~ 1 f の何れかに集光させて（収束光 7）、情報ビット 5 を形成する。再生時には、レーザー光 8 を対物レンズ（組レンズ 6 a, 6 b）により所望の記録層 1 a ~ 1 f に集光させて（収束光 7）、情報ビット 5 によって反射された光により情報を再生する。

図 1 B は、記録層 1（図 1 A に示す領域 1 2 内）の拡大図である。図 1 B に示すように、記録層 1 は、微粒子保持材 1 0 に微粒子 1 1 が分散されて形成されている。

微粒子 1 1 は、記録光および再生光に対して実質的に透明であって、また、所定の波長を有する光の少なくとも一部を吸収する材料からなる。この所定の波長は、記録光の波長（記録波長）および再生光の波長（再生波長）よりも短く、微粒子 1 1 におけるこの所定の波長の光に対す

る吸収率は、記録光および再生光に対する吸収率よりも高い。また、この所定の波長とは、微粒子 11 の吸収スペクトル波長を含む所定の波長範囲（微粒子 11 の透過率の低下がみられる波長範囲）内に含まれ、この所定の波長の光に対する微粒子 11 による吸収率は、記録層一層あたり 5% 以上であることが好ましく、20% 以上であることがより好ましい。また、微粒子 11 の平均粒径は、記録波長および再生波長よりも小さいことが好ましい。これは、微粒子 11 による記録光および再生光の回折損失による光損失を抑制するためである。さらに、微粒子 11 の平均粒径を記録波長および再生波長の $1/4$ 以下とすることにより、回折損失に加えて散乱損失も抑制できるので、記録光および再生光の光損失をより少なくすることができる。

微粒子保持材 10 は、記録光および再生光に対して実質的に透明な材料からなる。また、微粒子保持材 10 は記録材料として用いられるため、所定の温度で光学定数に変化する材料、例えば所定の温度で熱変形等が生じて屈折率に変化する材料等にて形成する。微粒子保持材 10 には、例えば PMMA、フォトリソ樹脂、紫外線硬化樹脂、またはポリエステル等を用いることが可能である。

記録層 1 には、微粒子 11 が 1 wt% ~ 95 wt% 含まれていることが好ましい。一記録層の厚みが $1\ \mu\text{m}$ 程度と薄い場合、微粒子 11 が 1 wt% 程度含有されていれば記録感度を向上させることができ、95 wt% 程度含有されていても散乱による光損失を抑制することができる。また、後述するように、微粒子保持材 10 が記録材料として機能することから、微粒子保持材 10 は 30 wt% 以上含まれていることが好ましい。従って、微粒子 11 は 70 wt% 以下であることがより好ましい。また、十分な記録感度を得るためには、微粒子 11 は 30 wt% 以上であることがより好ましい。

微粒子 11 と微粒子保持材 10 との屈折率差を 0.5 以下とすれば、入射光の散乱損失を抑制でき、光利用効率を高めることができる。

中間層 2 は、記録光および再生光に対して実質的に透明であればよく、例えば PMMA、フォトリソ樹脂、紫外線硬化樹脂、またはポリ
5 エステル等を用いることができる。中間層 2 は、記録層 1 の微粒子保持材 10 と同様の材料にて形成してもよい。

基板 9 は、例えばポリカーボネート、PMMA、ノルボルネン樹脂（例えば、「アトロン」（JSR 株式会社製）、またはシクロオレフィン樹脂（例えば、「ゼオネックス」（日本ゼオン株式会社製））等にて形成でき
10 る。保護層 4 は透明材料にて形成でき、例えばポリカーボネート、PMMA、ノルボルネン樹脂（例えば、「アトロン」（JSR 株式会社製）、またはシクロオレフィン樹脂（例えば、「ゼオネックス」（日本ゼオン株式会社製））等が使用可能である。

次に、本実施の形態の情報記録媒体に対する情報の記録について説明
15 する。

微粒子 11 および微粒子保持材 10 は、記録光および再生光に対して実質的に透明である。従って、多層の記録層を有する本実施の形態の情報記録媒体において、光入射側の面から最も遠い層（図 1 では記録層 1
a）にまで記録光および再生光が大きく減衰されずに到達でき、3 次元
20 的に情報の記録および再生が可能となる。

記録光として比較的ピークパワーの高い光を記録層 1 上に集光すると、光パワー密度（光子密度）の高い集光部で、2 光子吸収や多光子吸収等の非線形吸収現象が高い確率で誘起される。なお、ここでいう非線形吸収現象とは、記録層 1 の吸収感度が照射した光のエネルギーに比例し
25 ない現象のことであり、例えば、吸収感度に閾値がある場合（特に、本実施の形態では閾値が比較的大きい場合（例えば、エネルギー閾値が 1

0 p J / μm^2 以上))、吸収感度が光のエネルギーのほぼ 2 乗特性となる 2 光子吸収や、ほぼ n 乗特性 (n は 3 以上の整数) となる多光子吸収が発生する場合、2 光子吸収や多光子吸収がきっかけとなりプラズマが生じる場合、およびこれらが組み合わされる場合等に生じる現象を含んでいる。例えば、記録光の集光部において記録層 1 に 2 光子吸収が発生する場合、集光部における記録層 1 は二つの光子を同時に吸収するので、あたかも記録波長の半分の波長の光が照射されたようになる。この場合、微粒子 11 が記録波長の半分の波長の光の少なくとも一部を吸収する材料で形成されていれば (所定の波長を記録波長の半分の波長としておけば)、記録光の集光部で微粒子 11 が記録光を吸収する。微粒子 11 の光吸収により生じた熱で記録層の温度が上昇して所定の温度に達すると、微粒子保持材 10 の光学定数が変化して情報ビット 5 が形成される。このように、記録の際、微粒子 11 はそれ自体の光学定数は変化せず、触媒のように作用して、微粒子保持材 10 の光学定数を変化させて情報ビット 5 を形成すると考えられる。

記録光の集光部においてこのような非線形吸収現象を誘起するためには、従来、非常に高いピークパワーのレーザ光を用いるか、ピークパワーがそれほど高くない場合は同じ場所に多数回繰り返して照射する必要があるが、本実施の形態の情報記録媒体によれば、ピークパワーが数 10 ～ 数 100 mW 程度であってもこのような非線形吸収現象を誘起することができ、さらに、それほど高くないピークパワーのパルスレーザ光であっても 1 パルスで 1 つの情報ビット 5 を形成できる。これは、微粒子 11 に光が吸収されることにより量子効果や熱変換効率が良い等の微粒子特有の効果が生じ、その結果、プラズマが発生する等の種々の非線形吸収現象がさらに引き起こされるためであると考えられる。これにより、比較的小さいピークパワーのパルスレーザ光を用いた高速記録が

可能になる。

記録光のパルス幅は、100フェムト秒～10ナノ秒であることが好ましく、1ピコ秒から100ピコ秒であることがより好ましい。一般に、レーザ光のパルス幅が長くなるに従い、情報記録媒体に1ビットを記録するピークパワーの閾値は低下する傾向にある。これは、レーザ光のパルス幅が長くなるとその分エネルギーが大きくなるためと考えられる。比較的低いピークパワーで記録可能とすることにより、光源の半導体レーザの構造を簡単にできる。これは、ピークパワーがそれほど高くない半導体レーザは、出射端面破壊がされにくいからである。従って、実用上、ピークパワー閾値を3kW以下程度に抑えるために、パルス幅を1ピコ秒以上とすることが望ましい。一方、一般に、1ビットの記録に必要なエネルギー閾値は、数ピコ秒のパルス幅のレーザ光に対してが最も低く、それよりパルス幅が長くなると徐々に大きくなる傾向にある。そこで、実用上、エネルギー閾値を5nJ以下程度に抑えるために、100ピコ秒以下のパルス幅で記録することが望ましい。なお、エネルギー閾値は、レーザ光のパルス幅にピークパワー閾値を乗じた値で得られる。

以下に、微粒子11を酸化亜鉛にて形成する場合を例として、より具体的に説明する。

酸化亜鉛からなる微粒子11を約55wt%、ポリエステルからなる微粒子保持材10を約45wt%含む厚み0.13μmの記録層1を中間層2を介して10層積層させた記録部3が、基板9と保護層4との間に設けられた情報記録媒体の分光透過率曲線は、図4に示すようになる。なお、酸化亜鉛のエネルギーギャップは3.2eVであり、吸収スペクトル波長は388nmである。図4に示すように、この情報記録媒体は、波長400nm以上で保護層4と基板9表面のフレネル反射率約1

0%を含んでの透過率が約90%であり、従って、記録層1での吸収がほとんどなく透明である。また、この情報記録媒体は、波長400nm以下で透過率が急に低下し、波長370nmで透過率は0%と不透明となる。従って、この情報記録媒体においては、透過率が急に低下する400nm以下の波長範囲で所定の波長を決定することができる。好ましくは記録層一層あたり吸収率5%以上となる波長、より好ましくは吸収率100%となる370nm付近で所定の波長を決定することである。

この記録層1において2光子吸収による情報の記録を前提とする場合、決定された所定の波長の約2倍の波長を有する光を記録光として用い、集光部ではあたかも決定された所定の波長の光が照射されるようにすればよい。例えば所定の波長を370nmに決定する場合、記録波長は740nmに設定すればよい。また、再生波長は、記録層において実質的に透明となる400nmより大きい波長に設定すればよい。このような記録光および再生光は、微粒子11にほとんど吸収されないので、記録層を通過してもほとんど減衰されることがない。なお、n光子吸収等の多光子吸収による記録を想定した場合、記録光は所定の波長のn倍に設定すればよく、他は同様である。

微粒子11には無機材料や半導体材料を用いることができる。微粒子11に無機材料を用いることにより、記録層を安定化させることができる。また、微粒子11に半導体材料を用いることにより、図4に示した分光透過率曲線のように、ある波長範囲で記録層の透過率を急に低下させることができる。この特性は、2光子吸収等の非線形吸収を利用した記録に、より適している。また、高い再生分解能を得るためには、150nm～500nmの波長を有する再生光を用いることが好ましい。微粒子11にエネルギーギャップが2.5eV以上8.3eV以下の半導体材料を用いることにより、所定の波長を500nmよりも小さく設定

できるため、再生波長を 500 nm 以下に設定できる。これにより、再生分解能を向上でき、さらなる高密度記録が可能となる。このような半導体材料の例は、エネルギーギャップが 3.2 eV (吸収スペクトル波長 388 nm) の酸化亜鉛 (ZnO)、エネルギーギャップが 3.8 eV (吸収スペクトル波長 326 nm) の酸化スズ (SnO₂)、エネルギーギャップが 3.6 eV (吸収スペクトル波長 344 nm) の硫化亜鉛 (ZnS)、エネルギーギャップが 3.2 eV (吸収スペクトル波長 388 nm) の酸化チタン (TiO₂)、エネルギーギャップが 3.2 eV (吸収スペクトル波長 388 nm) の酸化タングステン (WO₃)、エネルギーギャップが 3.2 eV (吸収スペクトル波長 388 nm) のチタン酸ストロンチウム (SrTiO₃)、エネルギーギャップが 3.0 eV (吸収スペクトル波長 413 nm) の炭化シリコン (SiC)、エネルギーギャップが 2.8 eV (吸収スペクトル波長 443 nm) の酸化インジウム (In₂O₃)、エネルギーギャップが 2.5 eV (吸収スペクトル波長 497 nm) の硫化カドミウム (CdS) 等である。

次に、本実施の形態の情報記録媒体の製造方法について、図 2 A ~ 図 2 D を参照しながら説明する。

まず、基板 9 を用意し (図 2 A 参照。)、基板 9 上に、例えばスピンコート等の方法を用いて、微粒子 11 および微粒子保持材 10 を含む塗料を塗布して記録層 1 a を形成する (図 2 B 参照。)。さらにその上に、例えばスピンコート等の方法を用いて、中間層の材料を含む塗料を塗布することにより、中間層 2 a を形成する (図 2 C 参照。)。さらにその上に、同様に記録層 1 b、中間層 2 b、記録層 1 c、…、記録層 1 f を繰り返し形成する。最後に、保護層 4 の材料を含む塗料を塗布する方法またはフィルム形成法等を用いて、保護層 4 を形成する (図 2 D 参照)。このように材料を塗布して記録層 1 および中間層 2 を形成することにより、

容易に、且つ低コストで本実施の形態の情報記録媒体を作製できる。

また、中間層または記録層を余剰に形成し、余剰に形成した部分（つまり記録部の一部であって、光が入射する側の部分）を保護層 4 としてもよい。すなわち、記録層 1 f 上に中間層 2 a ~ 2 e と同様の層をさらに形成して保護層 4 とするか、または記録層 1 f を厚く形成してその一部を保護層 4 として機能させることも可能である。このようにすれば、記録部 3 と別工程で保護層 4 を形成する必要がなくなり、保護層 4 を記録部と実質的に同じ材料とすることができる。

次に、本実施の形態の光学情報記録再生装置について説明する。図 3 に示すように、本実施の形態の光学情報記録再生装置の光学ヘッドには、再生用と記録用の 2 種類の光源 2 0 a, 2 0 b が設けられ、光源 2 0 a, 2 0 b から情報記録媒体 2 2 までの光路中に、ビームスプリッタ 1 8 a, 1 8 b、コリメータレンズ 1 6、フォーカス／トラック誤差信号検出素子 1 5、立ち上げミラー 1 2 1、球面収差補正素子 1 3、対物レンズ 6（組レンズ 6 a、6 b）が配置されている。光源 2 0 a は、例えば波長 4 0 5 n m の再生用の半導体レーザ光源であり、光源 2 0 b は、例えば波長 7 4 0 n m で、パルス幅が例えば 1 0 0 フェムト秒 ~ 1 0 ナノ秒の記録用の半導体パルスレーザ光源である。

記録時においては、光源 2 0 b から出射されたレーザ光 2 1 b は、ビームスプリッタ 1 8 a により y 軸方向に折り曲げられ、コリメータレンズ 1 6 により略平行光となり、回折型のフォーカス／トラック誤差信号検出素子 1 5 を透過（0 次回折光利用）して、立ち上げミラー 1 2 1 によって光路を z 軸方向に折り曲げられる。そして、z 軸方向に折り曲げられたレーザ光 8 は、球面収差補正素子 1 3 を通過して、対物レンズ 6 によって情報記録媒体 2 2 の記録部 3 に集光（収束光 7）し、図 1 に示すような情報ビット 5 が記録される。情報ビット 5 は、記録層 1 の光学

定数の変化を利用して形成されるが、本実施の形態では、記録層 1 の微粒子保持材 10 の屈折率変化や透過率の変化等を利用して情報ビット 5 が形成されている。

再生時においては、光源 20 a から出射されたレーザ光 21 a は、ビームスプリッタ 18 a と 18 b を透過して、コリメータレンズ 16 により略平行光となり、回折型のフォーカス／トラック誤差信号検出素子 15 を透過（0 次回折光利用）して、立ち上げミラー 121 によって光路を z 軸方向に折り曲げられる。そして、z 軸方向に折り曲げられたレーザ光 8 は、球面収差補正素子 13 を通過して、対物レンズ 6 によって情報記録媒体 22 の記録部 3 に集光（収束光 7）する。記録層 1 に形成された情報ビット 5 によって反射された光は、逆方向に折り返し、対物レンズ 6、球面収差補正素子 13、立ち上げミラー 121 を順に通過し、回折型フォーカス／トラック誤差信号検出素子 15 によって、複数の光に分岐させて（1 次回折光利用。ただし、図 3 においては簡略化のため、回折型フォーカス／トラック誤差信号検出素子 15 からビームスプリッタ 18 b までの光路において分岐光は図示せず。）、コリメータレンズ 16 により収束光となり、さらにビームスプリッタ 18 b により -z 軸方向に偏向される。-z 軸方向に偏向された複数の分岐光 17 a ~ 17 c は、ピンホールアレイ 14 のそれぞれのピンホール 14 a ~ 14 c を透過して、光検出器 19 a ~ 19 c で信号が検出される。

なお、本実施の形態の光学情報記録再生装置においては、記録用の光源と再生用の光源とを別に設けているが、記録用の光源および再生用の光源を一つの光源で兼用することも可能である。この場合、例えば波長 740 nm の光源を用い、記録用にはパルス発振させてピークパワーの大きいレーザ光を出射し、再生用には連続発振させてピークパワーの小さいレーザ光を出射するように設定することにより実現可能である。こ

れにより、光源が一つとなり、装置の構成をより簡単にできる。

また、本実施の形態においては複数のピンホールを有するピンホール
アレイ 14 を分岐光 17 a ~ 17 c 全体のほぼ焦点の位置に設置してい
るが、別々のピンホールを分岐光 17 a ~ 17 c のそれぞれの焦点に対
5 応する位置に設置してもよい。ピンホール 14 a ~ 14 c の大きさをそ
れぞれの収束光 17 a ~ 17 c よりも小さくすることによって、収束光
17 a ~ 17 c の中心部の光のみを検出し、収束光 17 a ~ 17 c の周
辺付近に分布する不要な高次収差光を除去することができる。これによ
り、再生信号だけでなくサーボの誤差信号の S / N までも向上させるこ
10 とができる。なお、分岐光 17 a ~ 17 c の周辺光を削除すると光量が
低下するため、この場合は光検出器 19 に APD (アバランシェフォト
ダイオード) を用いて信号強度を強めることが好ましい。なお、記録層
が多層設けられている情報記録媒体の場合、材料の制限で検出光量が大き
くとれないので、その理由からも APD を用いることが好ましい。

15 また、ピンホールアレイ 14 の代わりに、それぞれの分岐光 17 a ~
17 c より小さい面積の光検出器 19 a ~ 19 c で分岐光 17 a ~ 17
c をそれぞれ検出するようにしても、同様の効果が得られる。

さらに、トラック誤差信号に対応する分岐光 17 b, 17 c のみをピ
ンホールアレイ 14 のピンホール 14 b, 14 c に通過させて光検出器
20 19 b, 19 c で検出し、フォーカス誤差信号に対応する分岐光 17 a
はピンホールを通さないで、例えば 4 分割の光検出器 19 a で直接検出
するようにしてもよい。このような配置では、フォーカス検出法として
例えば非点収差法を用いることができる。また、この時の光検出器 19
a の面積は、検出位置での分岐光 17 a の断面積より小さくすると高次
25 収差成分を減らすことができる。

本実施の形態においては、対物レンズ 6 を 2 枚組にすることにより、

開口率NAを高くし、例えば0.85にした。なお、1枚レンズでも開口率NAを高くすることは可能である。

本実施の形態では、既に記録された情報ビット5を通過しない順序で、記録部3中に順次情報ビット5を3次的に記録するようにした。この
5 のような順序で記録することにより、情報ビット5による、散乱光、不要回折光等の迷光を減らすことができる。具体的には、対物レンズ6から最も離れた位置に配置された記録層（図1では、記録層1a）から順に近い記録層に情報ビット5を形成することにより、上記順序が実現可能である。図1に示す情報記録媒体では、記録層1a、記録層1b、記録層1c、…というように、-z軸方向に3次的に記録すればよい。
10 この時、収束光7が通過する記録層1の厚さが情報ビット5の記録深さにより異なるので、光源20a、20bから対物レンズ6までの光路中に設けた球面収差補正素子13で、記録深さに応じて球面収差量を制御しながら記録することが好ましい。これにより、良好な情報ビット5を
15 形成できる。球面収差補正素子13には、屈折率分布が可変である液晶素子や、凹レンズと凸レンズを組み合わせアクチュエータで両レンズの光軸方向の間隔を可変にしたビームエキスパンダー等を利用できる。

なお、記録順については、情報ビット5の未記録部分が存在する場合は、収束光7が既に記録された情報ビット5を通過しないのであれば、
20 常に-z軸方向でなくともよい。

（実施の形態2）

本発明の実施の形態2の情報記録媒体およびその製造方法について、図面を用いて説明する。図5Aおよび図5Bは、本実施の形態における情報記録媒体の断面構成および情報を記録／再生の様子を示している
25 。

図5Aに示すように、本実施の形態の情報記録媒体には、基板39上

に記録部 3 3 および保護層 3 4 が形成されている。記録部 3 3 には、記録層および記録補助層（微粒子含有層）の積層体が、中間層を介して複数積層されている。すなわち、記録部 3 3 には、基板 3 9 側から、記録補助層 3 7 a、記録層 3 1 a、中間層 3 2 a、記録補助層 3 7 b、記録層 3 1 b、中間層 3 2 b、…、中間層 3 2 e、記録補助層 3 7 f および記録層 3 1 f が順に積層されている。本実施の形態の情報記録媒体は、記録部 3 3 に複数の記録層を含むことで、平面的な情報の記録に加えて、厚さ方向に複数層重ねて情報の記録を行うことができる 3 次元的な記録を可能としている。なお、以下、記録層 3 1 a ~ 3 1 f のうち任意の記録層について述べるときは記録層 3 1 とし、中間層 3 2 a ~ 3 2 e のうち任意の中間層について述べるときは中間層 2 とし、記録補助層 3 7 a ~ 3 7 f のうち任意の記録補助層について述べるときは記録補助層 3 7 とする。

図 5 B は、記録層 3 1 および記録補助層 3 7（図 5 A に示す領域 3 6 内）の拡大図である。図 5 B に示すように、記録補助層 3 7 が記録層 3 1 に接して設けられており、記録補助層 3 7 は、微粒子保持材 4 0 に微粒子 4 1 が分散されて形成されている。微粒子 4 1 は、実施の形態 1 で説明した情報記録媒体の記録層 1 に含まれる微粒子 1 1 と同様の性質および機能を有し、同様の材料にて形成することができる。また、微粒子保持材 4 0 も、実施の形態 1 の情報記録媒体の記録層に含まれる微粒子保持材 1 0 と同様に記録光および再生光に対して実施的に透明であることが必要とされるが、必ずしも所定の温度で光学定数が変化する材料である必要はなく、むしろ変化しない方が望ましい。これは、本実施の形態の情報記録媒体においては、微粒子保持材 4 0 が記録材料として機能するのではなく記録層 3 1 に記録するからである。

記録層 3 1 は、所定の温度で屈折率や透過率の光学定数が変化する材

料であればよく、樹脂、テルルガラス、カルコゲナイトガラス等を用いることができる。ただし、記録層が複数含まれる多層構造であるため、光の損失を減らすために記録光および再生光に対して実質的に透明であることが好ましい。

- 5 基板 3 9、保護層 3 4、および中間層 3 2 は、実施の形態 1 の情報記録媒体における基板 9、保護層 4、および中間層 2 と同様の機能を有し、同様の材料にて形成できる。

次に、本実施の形態の情報記録媒体に対する情報の記録について説明する。

- 10 本実施の形態の情報記録媒体は、実施の形態 1 の情報記録媒体の記録層 1 のように、記録光の集光部で記録補助層 3 7 に 2 光子吸収等の非線形吸収現象が誘起されて微粒子 4 1 が記録光を吸収する。微粒子 4 1 が光を吸収して発熱し、その熱が記録補助層 3 7 に接して設けられている記録層 3 1 に伝達されて記録層 3 1 の温度が上昇する。記録層 3 1 の温度が所定の温度に到達すると、記録層 3 1 の光学定数が変化して情報ビット 3 5 が形成される。この情報記録媒体によれば、従来の情報記録媒体よりも記録感度が向上する。これは、記録補助層 3 7 に含まれる微粒子 4 1 に光が吸収されることにより、量子効果や熱変換効率が良い等の微粒子特有の効果が生じ、さらに様々な非線形吸収現象が引き起こされるためであると考えられる。
- 15 20

記録光は、実施の形態 1 の場合と同様の理由から、ピークパワーが数 10 ～数 100 mW 以上で数 kW 以下程度、パルス幅が 100 フェムト秒～10 ナノ秒（より好ましくは 1 ピコ秒から 100 ピコ秒）であることが好ましい。

- 25 本実施の形態の情報記録媒体を製造する方法も、実施の形態 1 の場合と同様に、材料を順次塗布することにより各層を形成することが好まし

い。容易に、且つ低コストで作製できるからである。

また、本実施の形態の情報記録媒体に対して情報の記録および再生を行う場合も、図 3 に示した光学情報記録再生装置を用いることができる。

5 (実施の形態 3)

本発明の実施の形態 3 の情報記録媒体およびその製造方法について、図面を用いて説明する。図 6 A および図 6 B は、本実施の形態における情報記録媒体の断面構成および情報を記録／再生する様子を示している。

- 10 図 6 A に示すように、本実施の形態の情報記録媒体には、基板 4 9 上に記録部 4 3 および保護層 4 4 が形成されている。実施の形態 1 および 2 の情報記録媒体と異なるのは、記録部 4 3 の全体が記録層（微粒子含有層）4 1 として機能している点である。記録層 4 1 内のほぼ同一平面上に情報ビット 4 5 の列を記録し、このような記録面（4 1 a ～ 4 1 f
15 ）を記録層 4 1 内に複数設けることで、3 次元的な情報の記録を実現している。

- 図 6 B は、記録層 4 1 （図 6 A に示す領域 4 6 内）の拡大図である。図 6 B に示すように、記録層 4 1 は、微粒子保持材 5 0 に微粒子 5 1 が分散されて形成されている。微粒子 5 1 は、実施の形態 1 で説明した情報記録媒体の記録層 1 に含まれる微粒子 1 1 と同様の性質および機能を
20 有し、同様の材料にて形成することができる。ただし、本実施の形態の情報記録媒体では、微粒子 5 1 の含有量は 0.3 wt % ～ 10 wt % であることが好ましい。これは、0.3 wt % 以上で記録感度が向上し、10 wt % 以下で散乱損失を抑えて光効率を高めることができるからである。微粒子保持材 5 0 は、実施の形態 1 の情報記録媒体の記録層 1 に
25 含まれる微粒子保持材 1 0 と同様の性質および機能を有し、同様の材料

にて形成することができる。基板 4 9 と保護層 4 4 が記録層 4 3 と同じ材料にて形成されている場合には、より構造が簡単となり、低コストで製造できる。

5 本実施の形態の情報記録媒体に対する情報の記録については、実施の形態 1 の場合と同様であるため、記録光は、実施の形態 1 の場合と同様の理由から、ピークパワーが数 1 0 ～数 1 0 0 mW 以上で数 k W 以下程度、パルス幅が 1 0 0 フェムト秒～1 0 ナノ秒（より好ましくは 1 ピコ秒から 1 0 0 ピコ秒）であることが好ましい。

10 本実施の形態の情報記録媒体を製造する方法としては、微粒子 5 1 と微粒子保持材 5 0 を含む塗料を基板 4 9 上に塗布することにより形成する方法や、記録層 4 1 を射出成型により形成する方法がある。これらの方法によれば、容易に、且つ低コストで作製できる。

15 また、本実施の形態の情報記録媒体に対して情報の記録および再生を行う場合も、図 3 に示した光学情報記録再生装置を用いることができる。

20 以上、実施の形態 1 ～ 3 において本発明の実施の形態を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、それぞれの実施の形態の情報記録媒体およびその製造方法、並びに光学情報記録再生装置の構成を組み合わせることも可能であり、同様の効果を奏することができる。また、本発明の情報記録媒体および光学情報記録再生装置には、追記型以外に書き換え型も含まれる。

また、実施の形態 1 および 2 においては、記録層を 6 層含む情報記録媒体について説明したが、積層数はこれに限定されず、記録層は 2 層以上 1 0 0 層以下の範囲で積層可能である。

25 また、実施の形態 1 ～ 3 においては、情報記録媒体として光ディスクを例に挙げて説明したが、カード状やドラム状、テープ状の製品に応用

することも本発明の範囲に含まれる。

なお、上記実施の形態で用いた対物レンズとコリメータレンズは便宜上名付けたものであり、一般にいうレンズと同じである。

(実施例)

- 5 次、本実施の形態の情報記録媒体の一実施例について説明する。本実施例の情報記録媒体は、実施の形態 1 で説明した図 1 に示す情報記録媒体の一例である。

- 10 表面にトラック溝（ピッチ $0.32\ \mu\text{m}$ 、溝深さ約 $30\ \text{nm}$ のグループ記録用の溝）が形成された厚さ $1.1\ \text{mm}$ のポリカーボネートからなる基板 9 上に、厚さ $0.13\sim 1\ \mu\text{m}$ の記録層と厚さ $3\ \mu\text{m}$ の中間層とを交互にスピンコート法で複数積層して記録部 3 を形成し（記録層 1 a ~ 1 f、中間層 2 a ~ 2 e）、さらに厚さ $100\ \mu\text{m}$ のポリカーボネートからなる保護層 4 を形成した。記録層 1 a ~ 1 f は、 $55\ \text{wt}\%$ の酸化亜鉛（平均粒径 $0.03\ \mu\text{m}$ ）からなる微粒子 11 と、 $45\ \text{wt}\%$ の紫外線硬化樹脂からなる微粒子保持材 10 とにより形成した。また、中間層 2 a ~ 2 e は、紫外線硬化樹脂にて形成した。

本実施例の情報記録媒体における分光透過率曲線は、図 4 に示したものとほぼ同様であった。そこで、所定の波長を $370\ \text{nm}$ とし、記録波長は $740\ \text{nm}$ に設定した。

- 20 図 7 には、本実施例の情報記録媒体に対し、パルス幅を変化させて波長 $740\ \text{nm}$ のパルスレーザー光を照射し、1 ビット記録時のエネルギー閾値およびピークパワー閾値を測定した結果が示されている。パルスレーザー光のパルス幅が長くなるに従い、情報記録媒体に 1 ビットを記録するピークパワーの閾値が低下する傾向がみられた。パルス幅を 1 ピコ秒以上とすることにより、ピークパワー閾値を $3\ \text{kW}$ 以下に抑えることができた。一方、1 ビットの記録に必要なエネルギー閾値は、数ピコ秒の
- 25

パルス幅のレーザ光に対して最も低く、それよりパルス幅が長くなると徐々に大きくなる傾向がみられた。パルス幅を100ピコ秒以下とすることにより、エネルギー閾値を5 n J以下に抑えることができた。

5 以上の結果より、本実施例の情報記録媒体によれば、ピークパワーが3 kW以下のレーザ光を用いて、1パルスで1つの情報ビットを形成できることが確認された。

産業上の利用の可能性

10 本発明の情報記録媒体およびその製造方法、並びに光学情報記録再生装置によれば、記録感度が向上し、従来のように非常に高いピークパワーを有するレーザ光でなくても1パルスで1つの情報ビットを形成することができる。従って、高感度および高速記録が可能な情報記録媒体および光学情報記録再生装置を提供できる。

請 求 の 範 囲

1. 3次元的な情報の記録が可能な記録部を含む情報記録媒体であつて、
- 5 前記記録部は、
所定の波長を有する光の少なくとも一部を吸収し、前記所定の波長よりも長い波長を有する記録光および再生光に対して実質的に透明であり、且つ前記所定の波長の光に対する吸収率が前記記録光および前記再生光に対する吸収率よりも高い微粒子と、
- 10 前記記録光および前記再生光に対して実質的に透明である微粒子保持材と、
を含む微粒子含有層を少なくとも一層含むことを特徴とする情報記録媒体。
2. 前記微粒子の平均粒径は、前記記録光の波長および前記再生光の
15 波長よりも短い請求の範囲 1 に記載の情報記録媒体。
3. 前記微粒子の平均粒径は、前記記録光の波長および前記再生光の波長の $1/4$ よりも短い請求の範囲 2 に記載の情報記録媒体。
4. 前記微粒子含有層が記録層であり、前記微粒子保持材は所定の温度で光学定数に変化する請求の範囲 1 に記載の情報記録媒体。
- 20 5. 前記記録部に前記記録層が複数含まれており、前記複数の記録層は、前記記録光および前記再生光に対して実質的に透明な中間層を介して積層されている請求の範囲 4 に記載の情報記録媒体。
6. 前記記録部が記録層をさらに含み、前記微粒子含有層は、前記記録層に接して配置される記録補助層である請求の範囲 1 に記載の情報記
25 録媒体。
7. 前記記録層および前記記録補助層からなる積層体が複数設けられ

ており、互いに隣接する前記積層体間には、前記記録光および前記再生光に対して実質的に透明な中間層が設けられている請求の範囲 6 に記載の情報記録媒体。

8. 前記微粒子含有層が記録層で、前記微粒子保持材は所定の温度で光学定数に変化し、前記記録部全体が一つの前記記録層からなる請求の
5 範囲 1 に記載の情報記録媒体。

9. 前記記録部の光入射側に、前記記録光および前記再生光に対して実質的に透明な保護層が設けられている請求の範囲 1 に記載の情報記録媒体。

10 10. 前記保護層は、前記微粒子保持材と同じ材料からなる請求の範囲 9 に記載の情報記録媒体。

11. 前記中間層は、前記微粒子保持材と同じ材料からなる請求の範囲 5 または 7 に記載の情報記録媒体。

12. 前記微粒子保持材の屈折率と前記微粒子の屈折率との差が 0.5
15 以下である請求の範囲 1 に記載の情報記録媒体。

13. 前記微粒子は無機材料からなる請求の範囲 1 に記載の情報記録媒体。

14. 前記微粒子は半導体材料からなる請求の範囲 1 に記載の情報記録媒体。

20 15. 前記半導体材料は、エネルギーギャップが 2.5 eV 以上 8.3 eV 以下である請求の範囲 1 4 に記載の情報記録媒体。

16. 前記微粒子は、酸化亜鉛、酸化スズ、硫化亜鉛、酸化チタン、酸化タングステン、チタン酸ストロンチウム、炭化シリコン、酸化インジウム、および硫化カドミウムからなる群から選択される少なくとも一つを含む請求の範囲 1 5 に記載の情報記録媒体。
25

17. 前記微粒子含有層は、前記微粒子を 1 wt % 以上 95 wt % 以

下含む請求の範囲 5 または 7 に記載の情報記録媒体。

18. 前記微粒子含有層は、前記微粒子を 0.3 wt % 以上 10 wt % 以下含む請求の範囲 8 に記載の情報記録媒体。

19. 前記微粒子保持材が樹脂である請求の範囲 1 に記載の情報記録媒体。

20. 請求の範囲 1 に記載の情報記録媒体を製造する方法であって、
微粒子と微粒子保持材とを含む塗料を形成して、前記塗料を塗布することにより微粒子含有層を形成する工程を含むことを特徴とする情報記録媒体の製造方法。

21. 記録光および再生光に対して実質的に透明な材料からなる塗料を塗布することにより中間層を形成する工程をさらに含み、

前記微粒子含有層を形成する工程において、前記微粒子保持材として所定の温度で光学定数に変化する材料を用い、

前記微粒子含有層を形成する工程と前記中間層を形成する工程とを、
所定の数だけ交互に繰り返す請求の範囲 20 に記載の情報記録媒体の製造方法。

22. 記録光および再生光に対して実質的に透明な材料からなる塗料を塗布することにより中間層を形成する工程と、所定の温度で光学定数
が変化する材料からなる塗料を塗布することにより記録層を形成する工程と、をさらに含み、

前記微粒子含有層を形成する工程、前記記録層を形成する工程、および前記中間層を形成する工程を、所定の順序で、且つ所定の数だけ周期的に繰り返す請求の範囲 20 に記載の情報記録媒体の製造方法。

23. 請求の範囲 1 に記載の情報記録媒体に対して情報の記録および再生を行う光学情報記録再生装置であって、

記録光を出射する光源と、

- 再生光を出射する光源と、
前記光源から出射された光を前記情報記録媒体に集光する対物レンズと、
前記情報記録媒体で反射した光を検出する光検出器と、を備え、
- 5 前記情報記録媒体の記録部の光学定数の変化を利用して、前記記録部に情報ビットを3次元的に記録することを特徴とする光学情報記録再生装置。
24. 記録光を出射する光源がパルスレーザ光源であり、パルス幅が100フェムト秒から10ナノ秒である請求の範囲23に記載の光学情報記録再生装置。
- 10 25. パルス幅が1ピコ秒から100ピコ秒である請求の範囲24に記載の光学情報記録再生装置。
26. 再生光を出射する光源の波長が、記録光を出射する光源の波長よりも短い請求の範囲23に記載の光学情報記録再生装置。
- 15 27. 非線形吸収現象を利用して前記情報記録媒体の記録部に情報ビットを記録する請求の範囲23に記載の光学情報記録再生装置。
28. 前記非線形吸収現象は、2光子吸収または多光子吸収を含む請求の範囲27に記載の光学情報記録再生装置。
29. 記録部に記録されている情報ビットを通過しない順序で、前記
- 20 情報記録媒体の記録部に情報ビットを3次元的に記録する請求の範囲23に記載の光学情報記録再生装置。
30. 前記情報記録媒体の記録部中の対物レンズからより離れた位置から近い位置に向かって、順に、情報ビットを記録する請求の範囲29に記載の光学情報記録再生装置。
- 25 31. 前記記録光を出射する光源と前記再生光を出射する光源とが共通である請求の範囲23に記載の光学記録再生装置。

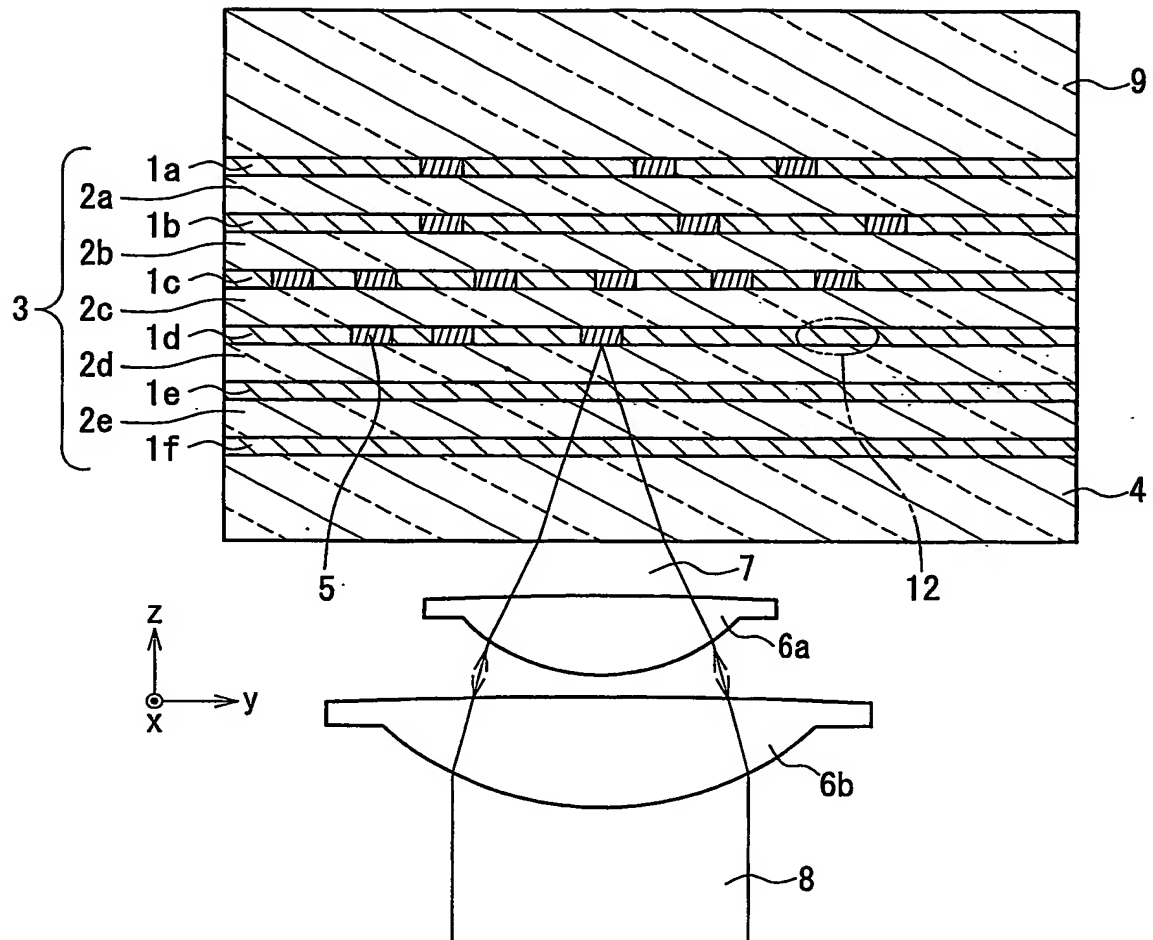


FIG. 1A

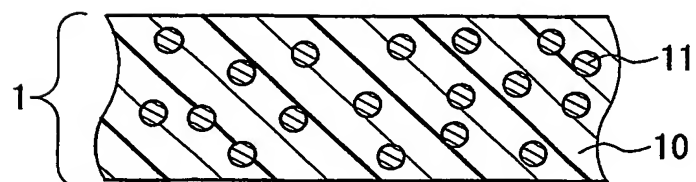


FIG. 1B

FIG. 2A

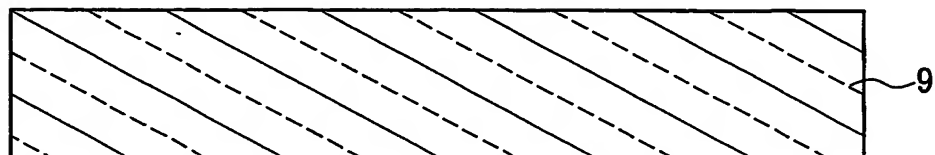


FIG. 2B

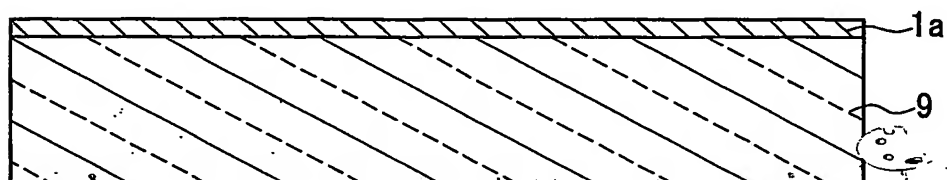


FIG. 2C

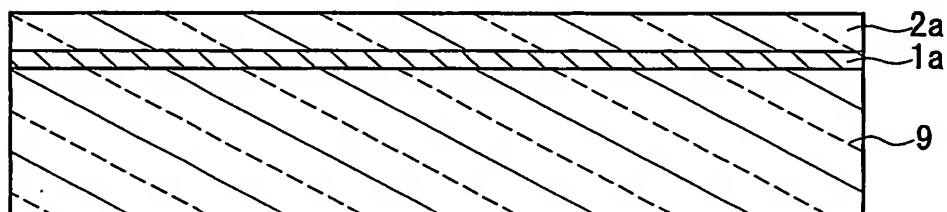
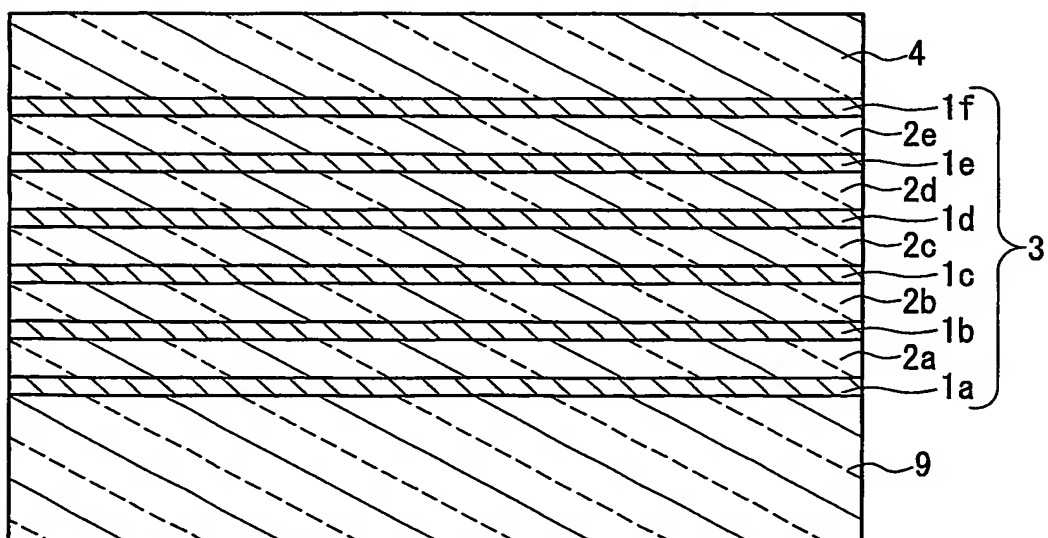


FIG. 2D



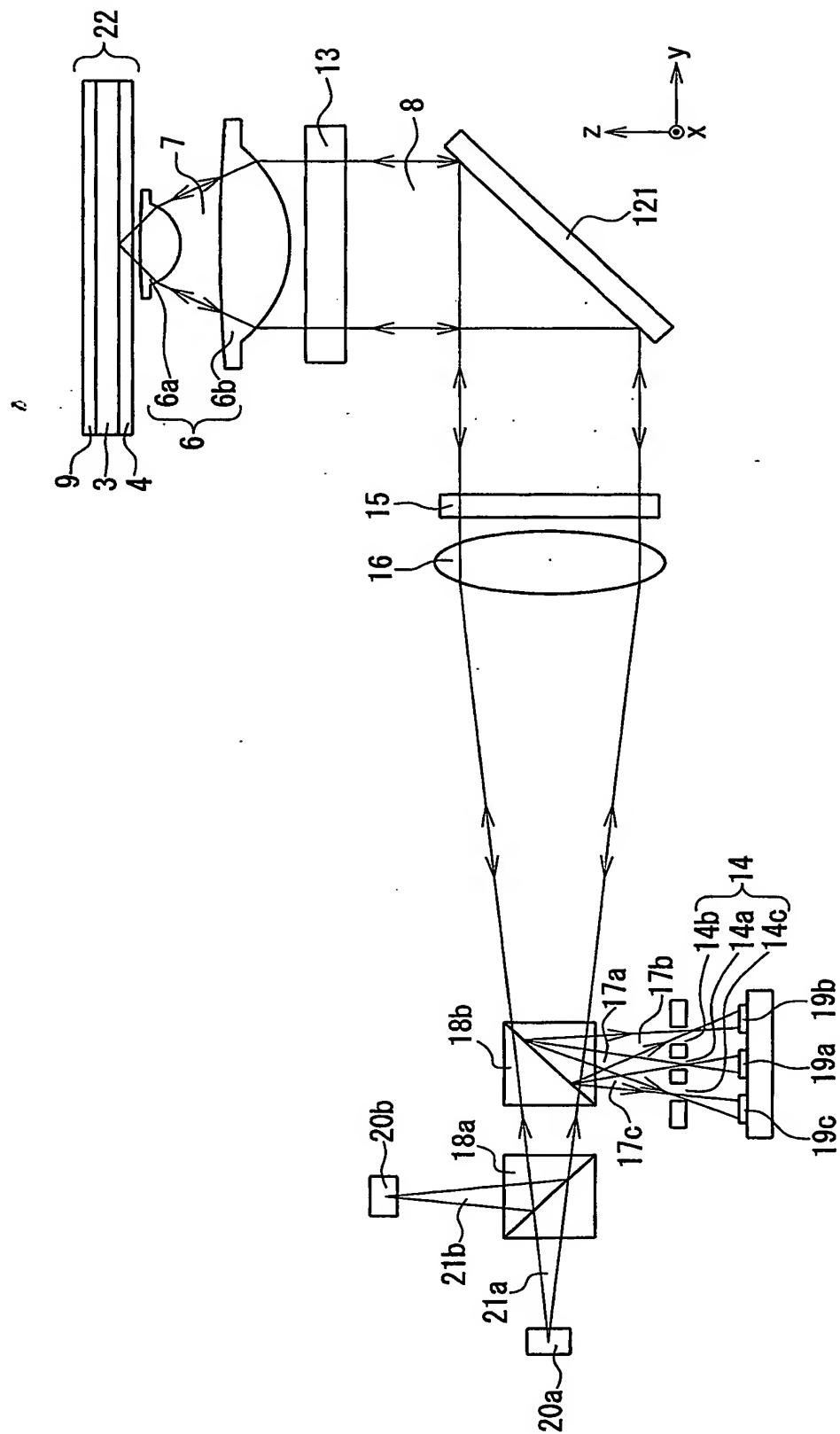


FIG. 3

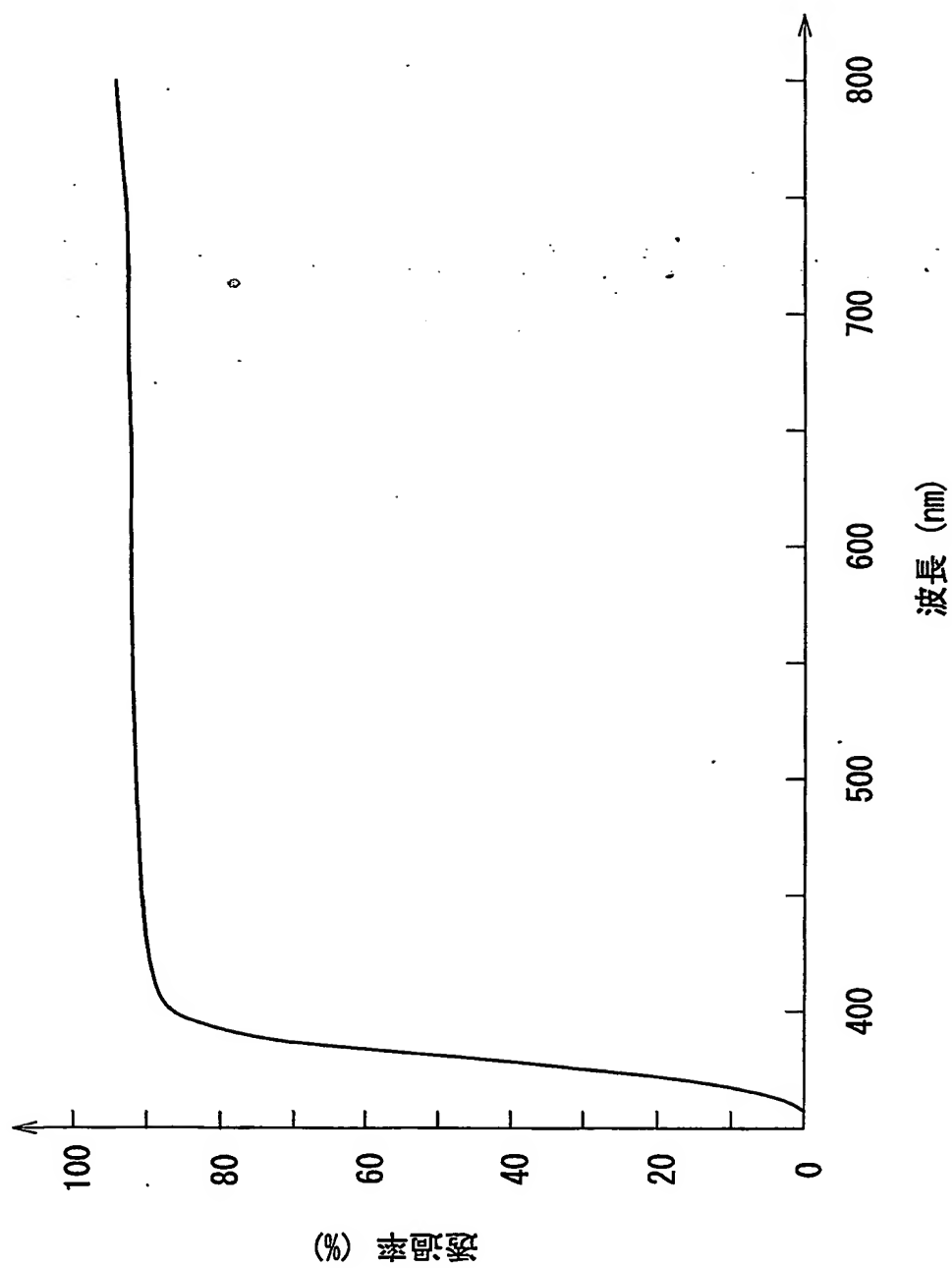


FIG. 4

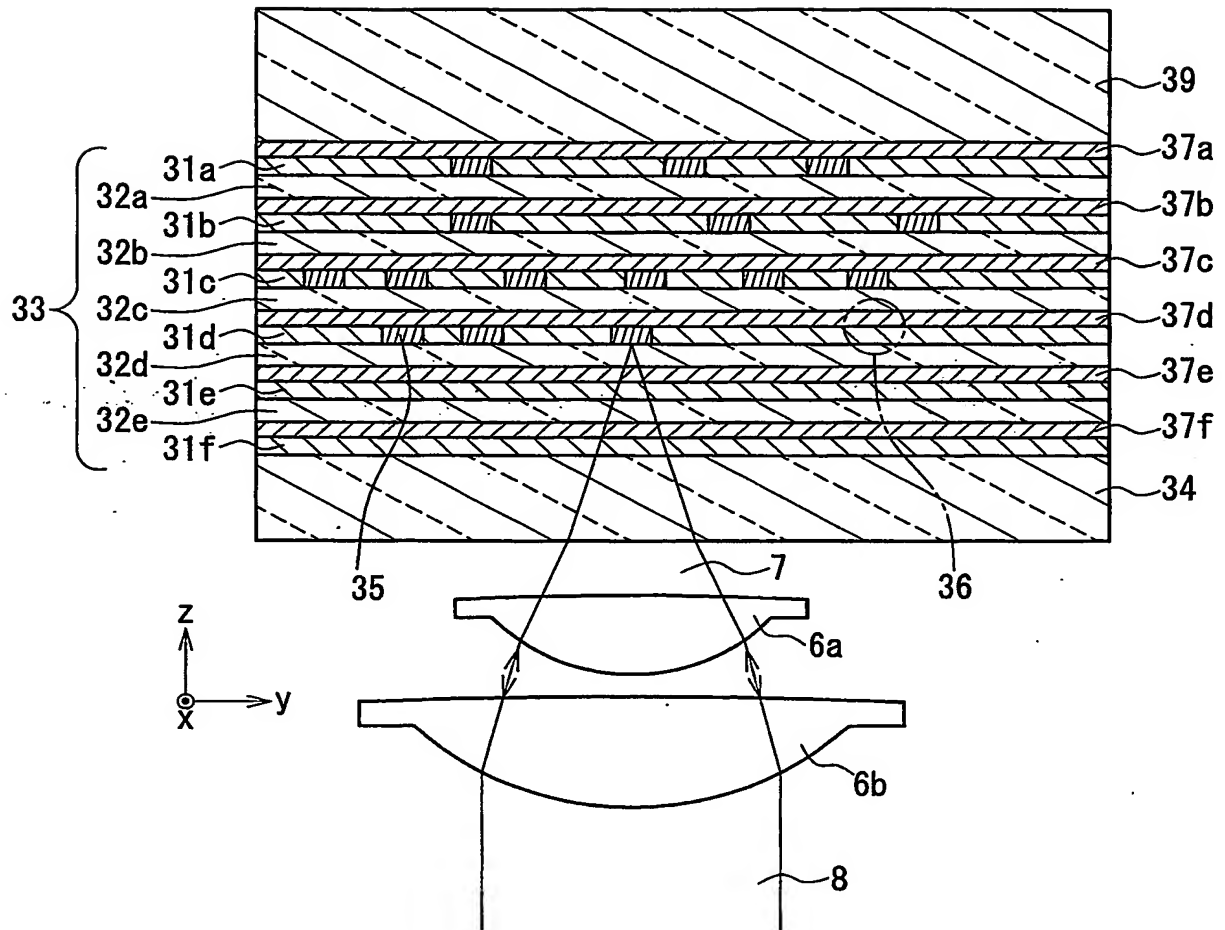


FIG. 5A

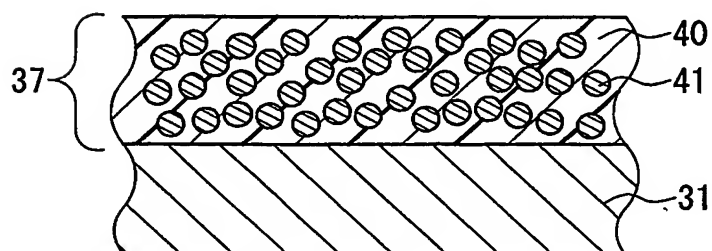


FIG. 5B

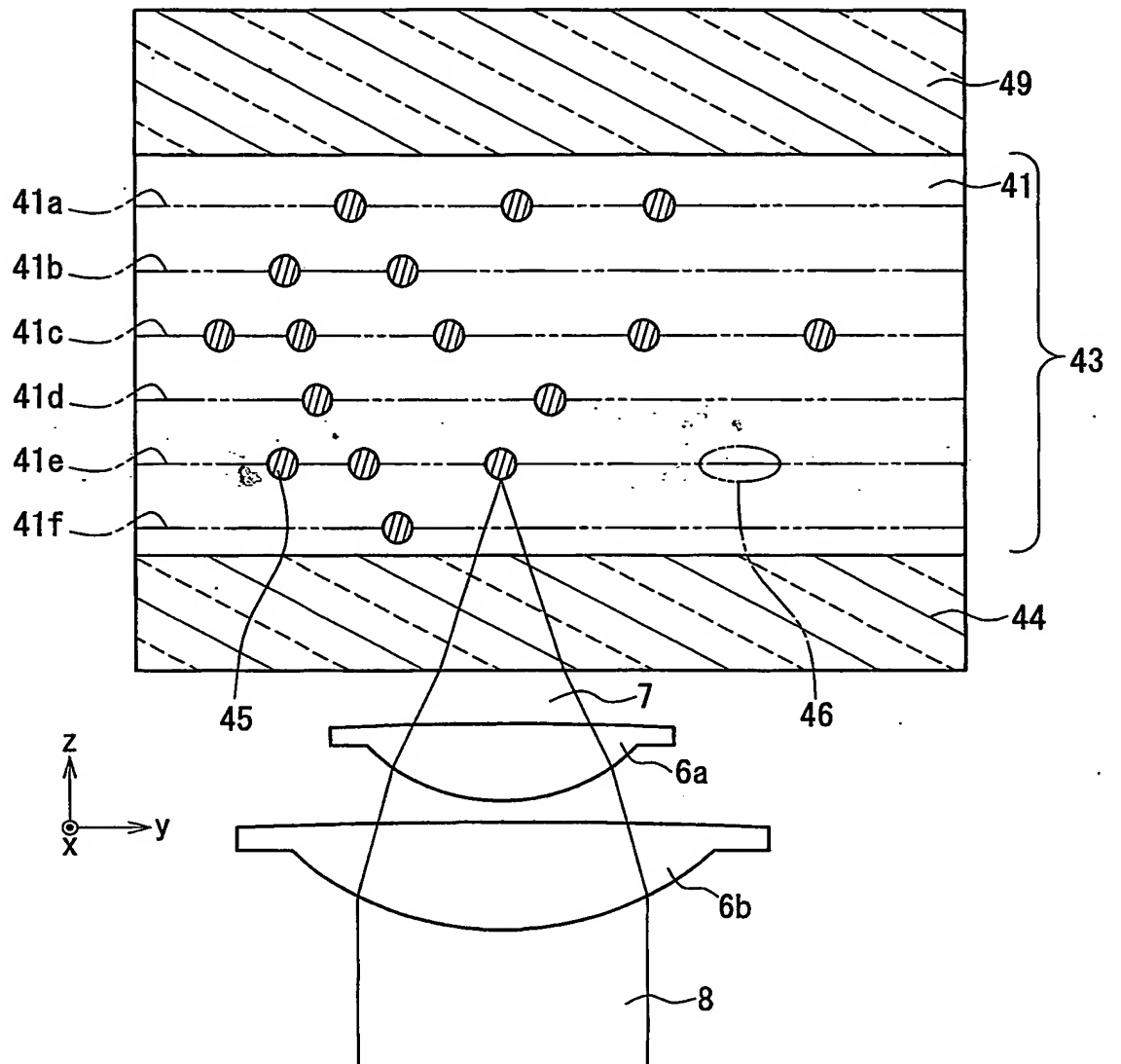


FIG. 6A

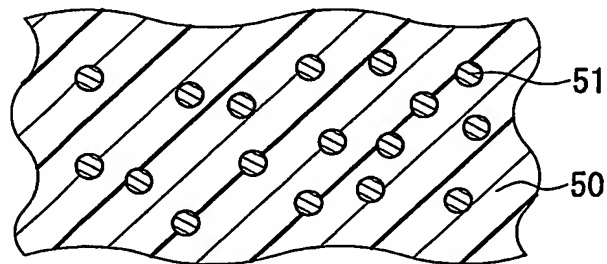
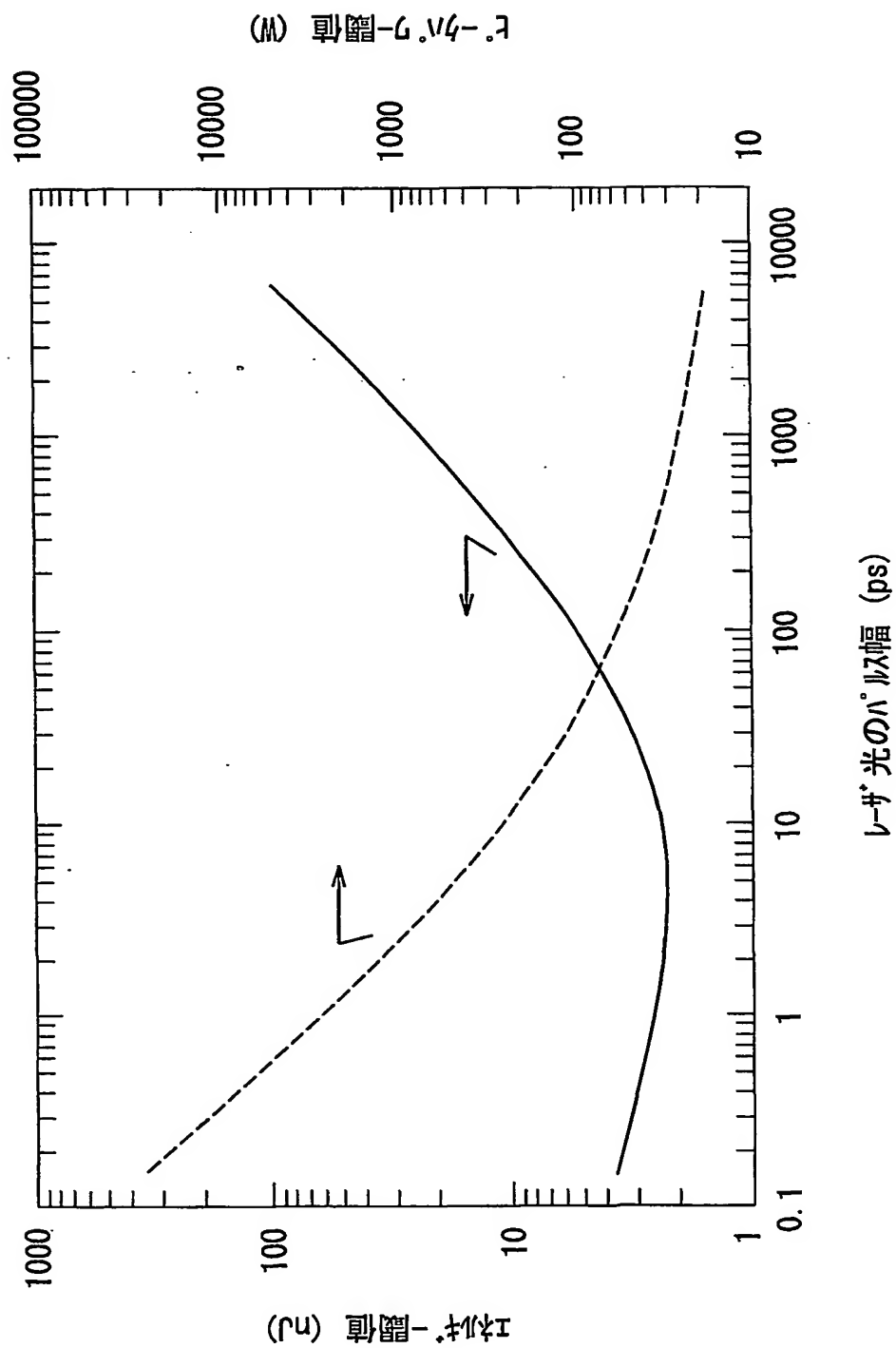


FIG. 6B



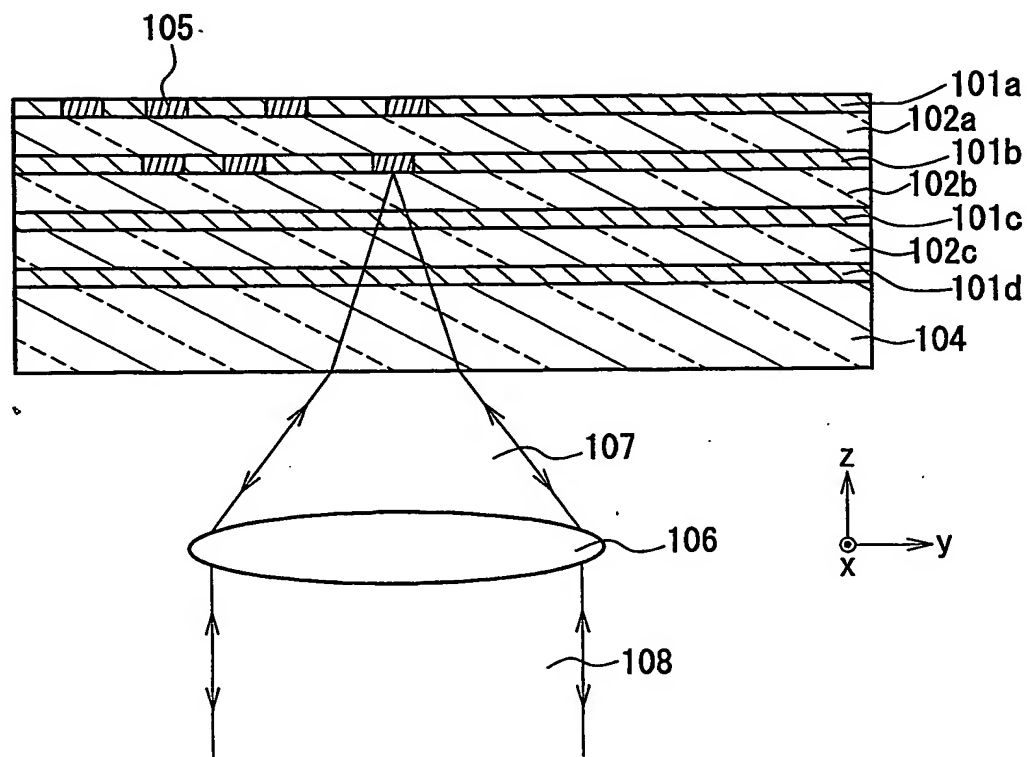


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/24, 7/26, 7/004, 7/0045, 7/005

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-36133 A (Toshiba Corp.), 02 February, 2000 (02.02.00), Full text; all drawings	1-3, 8, 13-15, 19, 20, 23-25, 27, 28
Y	(Family: none)	26, 29-31
A		4-7, 9-12, 16-18, 21, 22
Y	JP 11-232706 A (Japan Science and Technology Corp.), 27 August, 1999 (27.08.99), Full text; all drawings (Family: none)	23-31
Y	JP 6-333259 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 02 December, 1994 (02.12.94), Full text; all drawings (Family: none)	23-31

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
04 July, 2003 (04.07.03)

Date of mailing of the international search report
15 July, 2003 (15.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04378

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-220688 A (Central Glass Co., Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), Full text; all drawings (Family: none)	23-31
A	JP 8-85259 A (Nippon Glass Co., Ltd.), 02 April, 1996 (02.04.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-31
A	JP 62-28941 A (Toshiba Corp.), 06 February, 1987 (06.02.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-31
A	JP 4-62090 A (Ube Industries, Ltd.), 27 February, 1992 (27.02.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-31

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B7/24, 7/26, 7/004, 7/0045, 7/005

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2000-36133 A (株式会社東芝) 2000.02.02 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3, 8, 13-15, 19, 20, 23-25, 27, 28
Y		26, 29-31
A		4-7, 9-12, 16- 18, 21, 22
Y	J P 11-232706 A (科学技術振興事業団) 1999.08.27 全文、全図 (ファミリーなし)	23-31

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.07.03

国際調査報告の発送日

5.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

日下 善之



印

5D

3045

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 6-333259 A (富士ゼロックス株式会社) 1994. 12. 02 全文、全図 (ファミリーなし)	23-31
Y	JP 8-220688 A (セントラル硝子株式会社) 1996. 08. 30 全文、全図 (ファミリーなし)	23-31
A	JP 8-85259 A (日本硝子株式会社) 1996. 04. 02 全文、全図 (ファミリーなし)	1-31
A	JP 62-28941 A (株式会社東芝) 1987. 02. 06 全文、全図 (ファミリーなし)	1-31
A	JP 4-62090 A (宇部興産株式会社) 1992. 02. 27 全文、全図 (ファミリーなし)	1-31